

انتساب مأموریت با روشهای فرااکتشافی و معیارهای کیفیت ردیابی چند هدفی در شبکه‌های حسگر بی‌سیم

منصوره توکلی^۱ حمید میروزی^۲

۱- دانشجوی گروه کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشکده علوم، واحد کرمان، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمان، ایران

۲- استادیار بخش گروه کامپیوتر، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران

*نویسنده مسئول: hmirtvaziri@yahoo.com

چکیده:

شبکه‌های حسگر بی‌سیم امروزه در کاربردهای مختلفی به کار گرفته می‌شوند آنچه این شبکه را مورد توجه بیشتری قرار می‌دهد قابلیت‌های کلیدی همانند انعطاف در توزیع و نوع کاربرد است امروزه بسیاری از کاربردهایی که مدیریت بازدهی شبکه‌های حسگر را مهمتر می‌کند کاربردهای نظیر کاربردهای نظامی و حساس است. با وجود پیشرفت‌های صورت گرفته در این نوع شبکه‌ها، گره‌های حسگر به دلیل تعداد زیاد، اندازه کوچک و روش قرارگیری اقتضایی، هنوز هم برای تامین انرژی خود، متکی به باتری‌هایی با توان اندک می‌باشند. همچنین از آن جایی که کارایی شبکه‌های حسگر به شدت به طول عمر شبکه و پوشش شبکه‌ای آن بر اساس ردیابی برای رسیدن به هدف‌ها وابسته است، بنابراین لحاظ نمودن الگوریتم‌های ذخیره انرژی در طراحی شبکه‌های حسگر با عمر طولانی، در بحث کیفیت ردیابی سیستم بسیار اهمیت دارد. امروزه روش‌های مدیریت پویای توان که به کاهش مصرف انرژی شبکه‌های حسگر بعد از طراحی و قرارگیری آن‌ها می‌پردازند، از بالاترین اهمیت برخوردار می‌باشند. در سال‌های اخیر برای مدیریت پویای توان، توجه به ابزارهای هوشمند و توانمندی نظیر الگوریتم‌های فراابتکاری رونق چشم‌گیری یافته است. ما نیز در این تحقیق بر آنیم تا با استفاده از تابع هزینه جدیدی راه حلی کارا برای بهینه‌سازی کیفیت ردیابی و همین‌طور حداکثر سازی پوشش در شبکه‌های حسگر بی‌سیم ارائه دهیم و سپس به وسیله الگوریتم‌های فراابتکاری (ژنتیک) و شبکه عصبی این تابع هزینه را به شکلی بهینه حل نماییم.

کلمات کلیدی: کلمات کلیدی: شبکه حسگر بی‌سیم، کاهش انرژی، افزایش عمر، بهبود عملکرد ردیابی، الگوریتم شبکه عصبی و ژنتیک (فراابتکاری)

۱. مقدمه

در شبکه های حسگر بیسیم معمولاً از کار افتادن یک گره تقریباً تأثیری در مقدار تخمین زده شده ندارد البته ممکن است از کار افتادن یک گره در سطح پوشش شبکه حسگر تأثیر زیادی داشته باشد بخصوص اگر چگالی گره ها در ناحیه مورد نظر حداقل باشد منظور از چگالی گره ها نیز تراکم گره ها در ناحیه های مختلف مورد بررسی در شبکه حسگر بیسیم میباشد. در این شبکه ها، گره های حسگر با تعداد زیاد، در محیط مورد مطالعه و یا در محدوده بسیار نزدیک به آن برای اندازه گیری فاکتورهای مورد نظر جایگذاری می شوند. مکان این گره ها از قبل مشخص نشده، که این مسأله، به سادگی کار، جایگذاری حسگرها در شبکه کمک می کند اما مسئله پوشش را با بحران های زیادی روبرو می کند بزرگترین بحران پوشش شرایطی است که گره ها در سطح محیط مورد بررسی و هدف شبکه های حسگر بیسیم به شکل کاملاً نامتعادل پراکنده شده باشند در این حال تضمینی برای پوشش کل محیط مورد بررسی وجود ندارد و چون نمیتوان محل قرار گرفتن گره های حسگر را از قبل تعیین نمود پوشش کل محیط به مخاطره میافتد از طرف دیگر نیز به خاطر نیاز به وجود مسیرهای مشخص برای پوشش محیط میباشد یعنی باید مسیریابی که به چاهک منتهی میشود کاملاً مشخص شود در کارهای انجام شده در حوزه پوشش اصولاً مسئله مسیریابی از مسئله پوشش در شبکه حسگر جدا گردیده است اما واقعیت این است که به هیچ عنوان نمیتوان مسئله مسیریابی و پوشش را در شبکه حسگر بیسیم از هم جدا کرد و مهمترین دلیل این مسئله از آنجایی سرچشمه میگردد که اگر فرض کنیم در یک شبکه حسگر بیسیم تعدادی گره در منطقه به صورت نامتوازن پراکنده گردیده اند و ما میخواهیم اطلاعات در این مناطق را به وسیله حسگرها دریافت و برای چاهک ارسال کنیم باید از تمامی گره ها به چاهک مسیریابی وجود داشته باشد تا بتوان عملیات مسیریابی و انتقال اطلاعات مورد نظر را انجام داد اما در این بین زمانی که میخواهیم به مسئله پوشش در سطح همین شبکه پردازیم صورت مسئله تغییرات زیادی میکند مهمترین مسئله در این حالت این است که کدام گره ها باید برای ساخت مسیرها استفاده گردند و همینطور این گره ها تا چه زمانی به روشن بودن خود ادامه دهند بنابراین هر دو مسئله پوشش و مسیریابی در شبکه های حسگر بیسیم دو مسئله کاملاً مهم و حیاتی برای افزایش طول عمر شبکه و پوشش حداکثر منطقه مورد نظر میباشد. همینطور در شبکه های حسگر بیسیم تلاش گردیده است که پروتکل های مسیریابی که برای این شبکه ها به کار گرفته میشوند خود سازمانده^۱ باشند [۱،۲]. مهمترین دلیل خود سازمانده بودن پروتکل های مسیریابی برای این شبکه ها متغییر بودن توپولوژی موجود در این شبکه ها و نبودن زیر ساخت ثابت و مشخص

^۱ Self-organizing

میباشد اما اگر به مسئله پوشش در این پورتکلها اهمیت داده نشود این شبکه ها دچار مشکلات زیادی به وسیله پورتکلهایی که تا به حال ارائه گردیده اند میشوند و یا خواهند شد. اصولاً شبکه های حسگر بیسیم برای مصارف و کاربردهای مختلفی مورد استفاده قرار میگیرند اما پوشش کامل منطقه مورد نظر و همینطور مسیریابی خوب و مطمئن از اهداف اصلی این پورتکلهای مسیریابی میباشد از طرف دیگر مصرف انرژی در روند مسیریابی بر روی طول عمر شبکه های حسگر بیسیم تاثیر فراوانی میگذارد به همین دلیل فاکتورهای بهینه سازی که برای مسئله پوشش، مسیریابی، مصرف انرژی در شبکه های حسگر بیسیم مطرح هستند باید به صورت یک مسئله چند معیاره (فاکتوره) مدل شوند و به صورت یک مسئله بهینه سازی با آنها برخورد کنیم تا بتوانیم مسئله پوشش، مسیریابی، مصرف انرژی و ردیابی را به صورت بهینه حل نماییم.

۲. پوشش

در یک شبکه حسگر بیسیم مانیتورینگ فضای مورد نظر (هدف) بسیار مهم می باشد زیرا هدف اصلی از قرار حسگرها در محیط به خاطر تحت نظر گرفتن این محیط می باشد برای این مسئله باید پروتکلی ارائه نمود که بتواند میزان این پوشش را با توجه به فاکتورهای مطرح دیگر در شبکه های حسگر بیسیم بهینه نماید برای این منظور که یکی از اهداف اصلی این تحقیق می باشد در این تحقیق با استفاده از جمع آوری داده ها و سپس ارائه تابع هزینه برای بهینه سازی فاکتورهای مطرح در شبکه های حسگر بیسیم به حل مسئله ایجاد مسیریابی برای انتقال داده های هر حسگر به چاهک خواهیم نمود تا زمان انجام این تحقیق تحقیق های انجام شده برای بهینه سازی پوشش در شبکه های حسگر بیسیم یا فقط به مسئله پوشش پرداخته اند که خوب چون بهینه سازی در شبکه های حسگر بیسیم ذاتاً یک مسئله چند فاکتوری است به همین دلیل نمی توان با این مسئله به تصویر یک مسئله تک فاکتوری برخورد نمود از این رو تابع بهینه سازی مطرح شده در این تحقیق یک تابع چند فاکتور است که بتواند به طور همزمان چند فاکتور مهم مطرح در شبکه های حسگر بیسیم را به همراه پوشش شبکه بهینه سازی نماید [۳].

۲-۱- محدودیت های سخت افزاری یک گره حسگر

عواملی چون اقتصادی بودن سیستم، قابلیت مورد انتظار، تعداد انبوه گره ها و نهایتاً عملی شدن ایده ها در محیط واقعی، موجب گشته هر گره یکسری محدودیت های سخت افزاری داشته باشد. این محدودیت ها در ذیل اشاره شده و در مورد هر کدام توضیحی ارائه گردیده است :

هزینه پائین: بایستی سیستم نهایی از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد. چون تعداد گره ها خیلی زیاد بوده و برآورد هزینه هر گره در تعداد زیادی (بالغ بر چند هزار) ضرب می گردد، بنابراین هر چه از هزینه هر گره کاسته شود، در سطح کلی شبکه، صرفه جویی زیادی صورت خواهد گرفت و سعی می شود هزینه هر گره به کمتر از یک دلار برسد.

حجم کوچک: گره‌ها به نسبت محدوده‌ای که زیر نظر دارند، بخشی را به حجم خود اختصاص می‌دهند. لذا هر چه این نسبت کمتر باشد به همان نسبت کارایی بالاتر می‌رود و از طرفی در اکثر موارد برای اینکه گره‌ها جلب‌توجه نکند و یا بتوانند در برخی مکان‌ها قرار بگیرند نیازمند داشتن حجم بسیار کوچک می‌باشند.

توان مصرفی پائین: منبع تغذیه در گره‌ها محدود است و در عمل، امکان تعویض یا شارژ مجدد آن مقدور نیست؛ لذا بایستی از انرژی وجود به بهترین نحو ممکن استفاده گردد.

نرخ بیت پائین: به خاطر وجود سایر محدودیت‌ها، عملاً میزان نرخ انتقال و پردازش اطلاعات در گره‌ها، نسبتاً پایین می‌باشد.

خودمختار بودن: هر گره‌ای بایستی از سایر گره‌ها مستقل باشد و بتواند وظایف خود را طبق تشخیص و شرایط خود، به انجام برساند.

قابلیت انطباق: در طول انجام نظارت بر محیط، ممکن است شرایط در هرزمانی دچار تغییر و تحول شود. مثلاً برخی از گره‌ها خراب گردند. لذا هر گره بایستی بتواند وضعیت خود را با شرایط به وجود آمده جدید تطبیق دهد [۴].

۳- لایه فیزیکی

در شبکه‌های حسگر لایه فیزیکی، مسئله انتخاب تکرار، ایجاد تکرار حامل، کشف سیگنال، شبکه مدولاسیون و رمزنگاری داده است. تا اکنون، باند تکراری ۹۱۵ مگاهرتز ISM به‌صورت گسترده برای شبکه‌های حسگر پیشنهاد و استفاده شده است. تولید تکرار و کشف سیگنال بیشتر مختص طراحی‌های سطح پائین در سخت‌افزار و فرستنده _گیرنده است. بنابراین در حوزه این مقاله قرار نمی‌گیرد.

در ادامه این بخش تمرکز ما بر روی تاثیرانتشارسیگنال، راندمان نیرو و تمهیدهای مدولاسیون در شبکه‌های حسگر خواهد بود. بسیار بدیهی است که برقراری ارتباطات فواصل دور بی‌سیم هم به جهت انرژی و هم به جهت پیچیدگی بسیار پرهزینه است. در طراحی لایه فیزیکی در شبکه‌های حسگر در نظر گرفتن کمینه کردن مصرف انرژی، اهمیت قابل توجهی حتی بیشتر از تأثیرات محو شدن و انتشار را به خود اختصاص می‌دهد. به‌طور کلی، میزان حداقل نیروی موردنیاز برای ارسال یک سیگنال در فاصله مفروض d نسبتی از dn می‌باشد که $2 < n \leq 4$. توان n در شبکه‌های با آنتن‌های نزدیک سطح زمین و کم ارتفاع نزدیک به ۴ است. این ویژگی می‌تواند به دلیل حذف جزئی سیگنال به‌وسیله اشعه بازتاب شده از زمین باشد. ارتباط چند گامی در یک شبکه حسگر می‌تواند به‌طور مؤثری بر تأثیرات در سایه قرار گرفتن و گم کردن مسیر غلبه کند اگر تراکم استقرار گره‌ها به حد کافی بالا باشد. به‌طور مشابه، هنگامی که تلفات انتشار و ظرفیت کانال قابلیت اطمینان داده را محدود می‌کنند، این حقیقت می‌تواند برای استفاده مجدد از تکرار فضایی بکار گرفته شود. تاکنون چندراه حل مؤثر از نظر نیرو برای

لایه فیزیکی ارائه شده است اما به نظر می‌رسد هنوز تا رسیدن به روش‌های اختصاصی و سازگار با شرایط شبکه‌های حسگر فاصله داریم. به‌طور نمونه مقایسه میان تمهیدهای مدولاسیون دودویی و m تایی نشان داده است که مدولاسیون m تایی با ارسال چندین بیت بر روی یک نشانه، باعث کاهش تبادلات می‌شود در حالی که نیازمند مصرف انرژی بالاتر و مدارات پیچیده‌تر است. این موازنه میان فاکتورها نشان می‌دهد در محیط‌های با شرایط نیرویی دشوار، مدولاسیون دودویی از نظر انرژی بسیار مؤثرتر است. این معماری با انرژی پائین می‌تواند به یک تکنولوژی مدار مجتمع ویژه کاربرد (ASIC) برای دستیابی به راندمان بالاتر در آینده نگاشت داده شود. اخیراً سیگنال‌های بسیار باند پهن UWB به دلیل مصرف انرژی پائین و مدار ساده برای قسمت فرستنده – گیرنده به‌عنوان کاندید بسیار مناسبی در شبکه‌های حسگر به‌ویژه برای کاربردهای داخلی معرفی شده‌اند. UWB از انتقال باند پایه بهره می‌برد و بنابراین نیازمند تکرار حامل رادیویی و واسط نمی‌باشد. از ویژگی‌های اصلی این تکنولوژی می‌توان به گریز از پدیده چند مسیری اشاره کرد [۵].

۳-۱- مدیریت حرکت در شبکه‌های حسگر بی‌سیم

در شبکه‌های حسگر بی‌سیم موردی ارائه روشی که بتواند هم مدیریت تحرک گره‌ها را انجام دهد و هم اینکه مسائل مختلف تأثیرگذار در طول عمر شبکه را بررسی نماید بسیار بااهمیت می‌باشد زیرا در اکثر تحقیقات انجام‌شده در این حوزه اصولاً کارهای انجام‌شده بر روی ۱ یا نهایتاً ۲ مورد تمرکز کرده‌اند و اصولاً تحرک را در این شبکه‌ها در نظر نگرفته‌اند اما تحرک و مدیریت تحرک در شبکه‌های حسگر بی‌سیم بسیار مهم می‌باشد زیرا در زمانی پروتکل‌های انتخاب سرخوشه می‌توانند سرخوشه مناسبی را برای شبکه حسگر بی‌سیم در نظر بگیرند که تحرک را نیز در تابع هزینه انتخاب سرخوشه در این شبکه‌ها در نظر بگیرند [۶].

۴- شبکه‌های موردی بی‌سیم (Wireless Ad Hoc Networks)

یک شبکه موردی بی‌سیم یک شبکه بی‌سیم غیرمتمرکز است. این شبکه شامل مجموعه‌ای از گره‌های توزیع‌شده است که بدون هیچ زیرساخت یا مدیریت مرکزی، یک شبکه موقت را تشکیل می‌دهند. در این شبکه‌ها، هیچ زیرساختی مثل مسیریابی نقطه دسترسی وجود ندارد، بلکه گره‌ها به‌طور مستقیم باهم ارتباط برقرار می‌کنند و هر گره از طریق ارسال داده‌ها برای سایر گره‌ها در مسیریابی شرکت می‌کند.

۵- خوشه بندی در شبکه‌های حسگر بی‌سیم

گروه بندی گره‌ها در خوشه‌ها به‌طور وسیعی توسط جوامع تحقیقاتی پذیرفته شده است تا هدف مقیاس‌پذیری و به‌طور کلی

دستیابی به کارایی انرژی بالاتر و طول عمر بیشتر در محیط شبکه‌های حسگر موردی تحقق یابد. پروتکل‌های مسیریابی سلسله مراتبی و جمع‌آوری داده‌ها، به یک سازمان‌دهی مبتنی بر خوشه حسگرها دلالت می‌کنند به طوری که ترکیب و تجمیع داده‌ها ممکن گردیده و منجر به ذخیره قابل توجه انرژی می‌شود. در ساختار سلسله مراتبی شبکه، هر خوشه یک رهبر دارد که به آن سرخوشه گفته می‌شود و به طور معمول کارهای ویژه‌ای (مثل ترکیب و تجمیع داده‌ها) را انجام می‌دهد. همچنین تعدادی گره معمولی (SN) در هر خوشه به عنوان اعضای آن خوشه وجود دارند. [۶]

۵-۱-وظایف کلی حسگرها

شبکه‌های حسگر بی‌سیم در طول دوره‌های طراحی و پیاده‌سازی با چندین چالش ویژه مواجه هستند. این چالشها مشابه مشکلاتی است که قبلاً هم در شبکه‌های موبایل سیار وجود داشته و طبیعی است که بسیاری از ایده‌های مرتبط (مثل مورد توجه قرار دادن پروتکل‌های خوشه بندی و ...) از این زمینه الهام گرفته شود. قابل ذکر است، در شبکه حسگر بی‌سیم، قابلیت محدود گره‌های حسگر (مثل انرژی باتری، نرخ انتقال، سخت افزار پردازش و حافظه استفاده شده و...) با شرایط ویژه وابسته به منطقه، آمیخته شده و دو عامل کارایی انرژی و قابلیت مقیاس پذیری را به مراتب بحرانیتر مینماید (شایان ذکر است که در شبکه‌های شبکه حسگر بی‌سیم، پشتیبانی از سیاری حتی اگر قابل اجرا باشد، فاکتور بحرانی نیست). همچنین مشکل افزایش طول عمر شبکه، تحت محدودیتهای فوق الذکر، زمانی دشوارتر خواهد بود که قرار باشد این مشکل، فقط به کمک تکنیکهای سنتی، برطرف شود. [۷]

۵-۲-دسته بندی پروتکل های رد یابی

به طور کلی پروتکل های مسیریابی به ۴ دسته تقسیم می شوند:

۵-۲-۱- پروتکل های بر پایه موقعیت

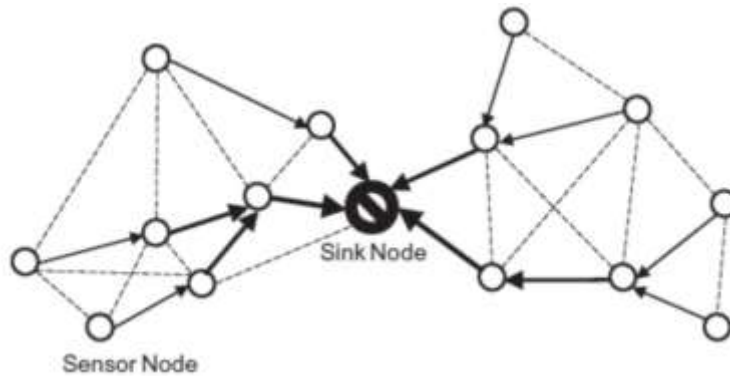
هدف این نوع پروتکل این است که با استفاده از اطلاعات مکان و موقعیت گره های حسگر، عملیات انتشار پیام را فقط در نواحی تعیین شده ای انجام دهند و از طرفی برای دریافت اطلاعات مورد نیاز، فقط گره هایی که در ناحیه مشخص شده قرار دارند، می توانند اطلاعات ارسال نمایند. با این شرایط به راحتی می توان انرژی زیادی را در کل شبکه ذخیره سازی کرد. استفاده کردن از الگوریتم های مسیریابی بر پایه موقعیت، نیازمند تجهیزات تشخیص موقعیت می باشد. در نهایت موجب بالا رفتن هزینه کار در شبکه های حسگر بیسیم خواهد شد [۸،۹]. استفاده از پروتکل های مسیریابی داده محور نسبت به آنها مقرون به صرفه تر است.

۵-۲-۲- پروتکل های مسیریابی آگاه از کیفیت سرویس و جریان های ترافیکی

این پروتکل ها به نحوی طراحی شده اند که سرویسی را که ارائه می کنند دارای کیفیت قابل قبولی باشد و برای کاربردهای در نظر گرفته شده کیفیت مورد نظر را تامین کند.

۵-۲-۳- پروتکل های رد یابی داده محور

در پروتکل های داده محور زمانی که چاهک یک پرس و جو جهت جمع آوری داده ها می فرستد هر حسگر مبداء که داده های مناسب در اختیار دارند با ارسال داده ها به چاهک به صورت مستقل از سایر حسگر ها پاسخ می دهند [۱۰]. بنابراین نیازی به آدرس دهی سراسری نبوده و از روش آدرس دهی محلی بر پایه موقعیت استفاده می کنند [۱۱]. در این پروتکل ها زمانی که گره های حسگر مبداء داده های خود را به چاهک ارسال می کنند، حسگر های میانی می توانند بعضی اشکالات تجمیع را بر روی داده های منتشر شده از حسگر های چندگانه مبداء اجرا و داده های مجتمع شده را به چاهک ارسال کنند، این پردازش می تواند به ذخیره انرژی منجر شود. زیرا انتقال های کمتری جهت ارسال داده ها از مبداء به چاهک نیاز است [۱۲]. لذا از نظر هزینه مقرون به صرفه خواهد بود. در این پروتکل مبتنی بر داده الگوریتم هایی که وجود دارد به صورت مسطح هستند که برخی از آنها عبارتند از: Energy-aware, SPIN, Gossiping, Flooding و routing ...



شکل ۱ مسیریابی چندپرشه مسطح

۵-۲-۴- پروتکل های ردیاب آگاه از انرژی

این پروتکل ها از خانواده پروتکل های داده محور هستند، ممکن است بین گره مبداء و مقصد مسیره های مختلفی وجود داشته باشد و هر مسیری از نظر میزان مصرف انرژی با مسیر دیگر متفاوت است. در این پروتکل ها یک تابع احتمال تولید می شود و از مسیره های موجود بر اساس تابع یکی از مسیره ها را انتخاب می کند این تابع احتمال اصولاً از رابطه ای استفاده میکند که یا به صورت رویکرد تصادفی به انتخاب مسیر بین مبداء و مقصد در شبکه حسگر بی سیم میپردازند یا بر اساس یک سری از فاکتورهایی که برای پروتکل رد یابی دارای اهمیت بیشتری میباشند استفاده میگردند در واقع بستگی به نوع کاربرد و اهداف مسیریابی نوع پروتکل مورد استفاده در شبکه حسگر بی سیم نیز تغییر خواهد کرد اما طبق بررسی انجام شده در این تحقیق هیچ کدام از پروتکل های ردیابی فعلی به مسئله مسیریابی در کنار بهینه سازی پوشش نپرداختند از

اینرو اهمیت مسئله بهینه سازی پوشش در هنگام تشکیل و استفاده مسیرهها برای ارضای اهداف پوشش در کنار مسیریابی در شبکه‌های حسگر بی سیم کاملاً مشهود میباشد [۱۳].

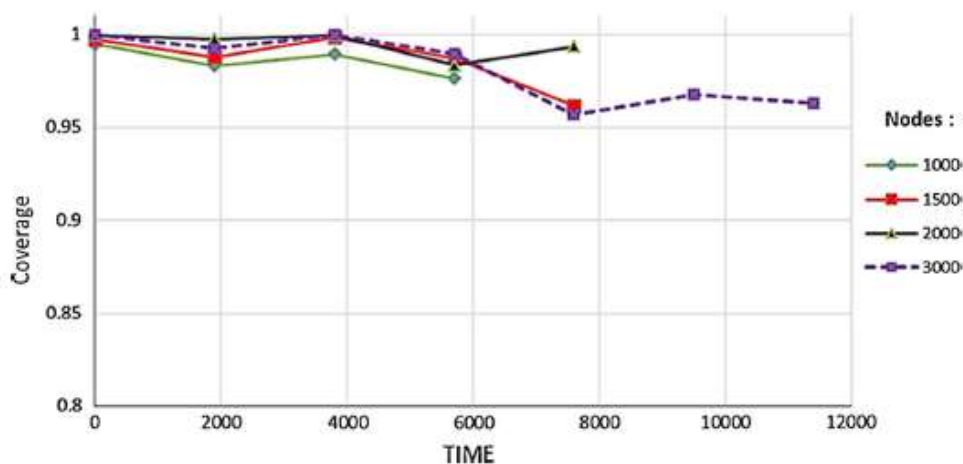
۶- پس زمینه‌ی مسئله‌ی پوشش

به طور معمول، حسگرها با تعداد انبوه و مناطق سنجش بین نقاط مجاور همپوشانی دارند که به تعداد زیاد حسگرها منتهی خواهد شد. از این رو، می توانیم تعدادی از حسگرها را که قادر به تضمین پوشش کامل ناحیه هستند فعال کنیم و برخی گره‌های مازاد را برای ذخیره انرژی خاموش کنیم. علاوه بر این، تعیین تعداد حداقل حسگرهای فعال، به میزان پوشش مورد نیاز و سطح آن بستگی دارد. چنانچه هر موقعیت این ناحیه از طریق دست کم k حسگر ($k \geq 1$) مورد بررسی قرار گیرد، گفته می‌شود که شبکه حسگر به صورت شبکه حسگر با پوشش k تایی است که در آن k همان میزان پوشش است. علاوه بر این، هنگامی که پوشش کمتر از ۱۰۰ درصد باشد در نتیجه شکاف‌هایی در ناحیه مورد بررسی وجود دارد، یعنی نقاطی هستند که در این ناحیه تحت پوشش قرار نگرفته‌اند. ظهور این شکاف‌ها می‌تواند به واسطه ناکامی حسگرها یا ناتوانی آنها باشد [۱۴].

۷- شبیه سازی آزمایش‌ها

این شبیه سازی یک منطقه 250×250 متر مربع را در نظر می‌گیرد، که در آن، تا ۳۰۰۰ سنسور به طور یکنواخت و به صورت تصادفی توزیع شده‌اند و محدوده سنجش هر سنسور ۲۵ متر است. با در نظر گرفتن $b_1 = 0.5$, $a_1 = 0$ ، در معادله ۴-۱۷ نرخ پوشش WSN مستقر در شکل ۴-۸ نشان داده شده است.

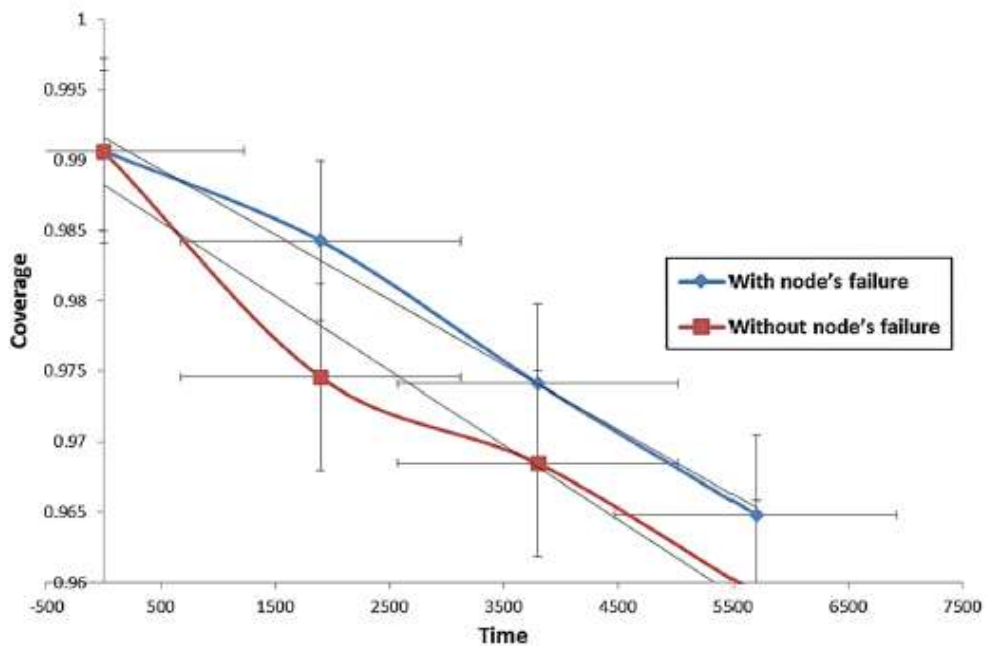
$$C_{WS}(s_i) = \begin{cases} 1 & d(s_i, P) \leq r - r_e \\ e^{-\frac{d(s_i, P)}{r - r_e}} & r - r_e \leq d(s_i, P) \leq r + r_e \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$



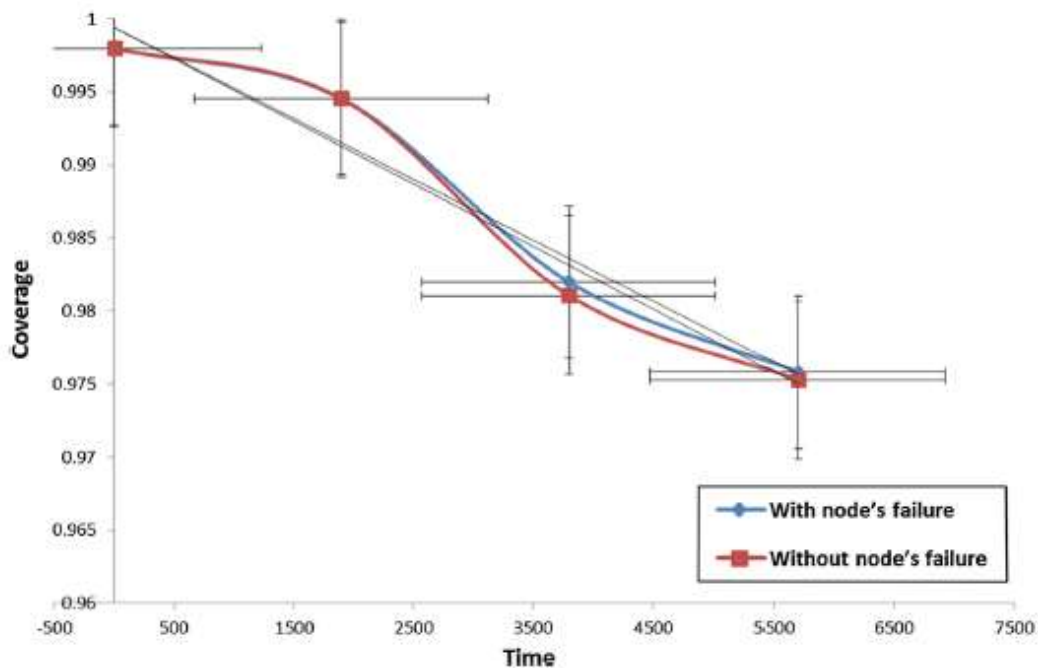
شکل ۲ میزان پوشش در مقابل زمان وقتی که تعداد گره ها برابر است با ۱۰۰۰ - ۱۵۰۰ - ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰

در یک محیط واقعی دلایل شکست بسیاری از جمله شکست مازول ها (مانند ارتباطات و سنجش مازول) به علت مشکلات فرآیند ساخت، اثرات زیست محیطی، شرایط جوی، کاهش قدرت باتری و خارج بودن از دامنه ارتباطات شبکه وجود دارد. گره های شکست خورده (ناکارآمد یا خراب) ممکن است QoS (کیفیت خدمات) WSN ها (شبکه های حسگر بی سیم) را کاهش دهد. از این رو، لازم است که تاثیر خرابی گره ها روی پوشش WSN ها را مطالعه و بررسی کنیم. برای این منظور، ما فرض می کنیم که شبکه یک شکست (خرابی) با نرخ ۰.۰۱ از گره های موجود را تجربه کند. سپس ما بررسی می کنیم که چگونه این شکست بر شاخص پوشش در طول زمان تاثیر می گذارد.

ما می توانیم در شکل (۳-الف) ببینیم که، زمانی که تعداد گره های مستقر ۱۰۰۰ است، نرخ پوشش بطور قابل توجهی توسط این نرخ شکست کاهش یافته است. اما در شکل (۳-ب) دیده می شود، زمانی که تعداد گره ها ۱۵۰۰ است، نرخ شکست ۰.۰۱ تاثیر کمتری بر روی نرخ پوشش منطقه دارد. این نتیجه انتظار می رود، به دلیل اینکه در مورد تراکم بالا برای گره های مستقر، فقدان گره های شکست خورده به راحتی توسط گره های دیگر جبران می شود. همانطور که در این دوشکل در الف و ب دیده می شود، تعداد بیشتر گره های مستقر تاثیر قابل توجهی روی پوشش منطقه ندارد.



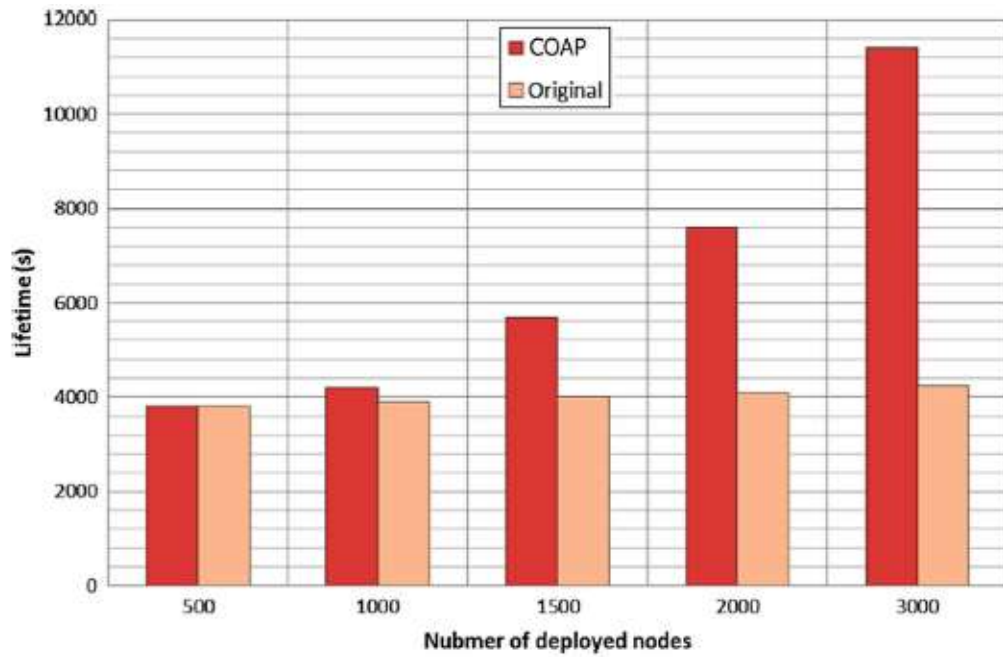
(الف)



(ب)

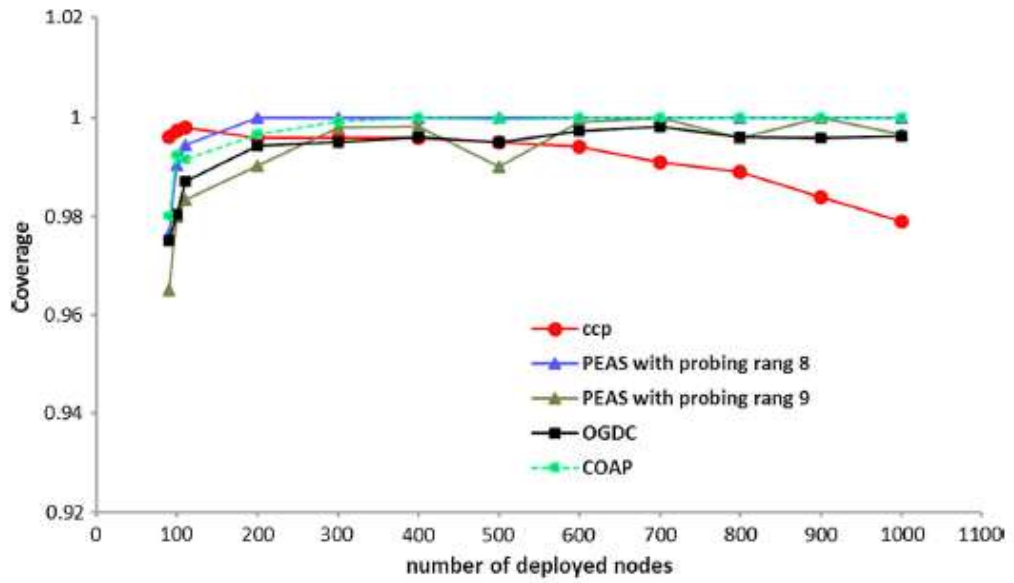
شکل ۳ اثر سوء گره در نسبت پوشش (الف) تعداد ۱۰۰۰ گره های مستقر - (ب) تعداد ۱۵۰۰ گره مستقر

در حال حاضر، ما نتایج شبیه سازی دیگر بمنظور بررسی تاثیر افزایش تعداد گره ها روی طول عمر شبکه را بیان می کنیم. همانطور که در شکل ۴ نشان داده شده است، با این کار طول عمر شبکه را با یک مکانیسم مصرف انرژی کارآمد افزایش می دهد. در واقع، روش پیشنهادی فقط یک تعداد حداقل از گره های مورد نیاز برای منطقه پوشش را فعال نگه می دارد. به این معنی که، پوشش مراقبت می شود تا همیشه در یک سطح قابل قبول نگه داشته شود، اما ما از اینکه گره های دیگر فعال باشند، جلوگیری می کنیم. بدیهی است که این می تواند طول عمر شبکه را طولانی کند.



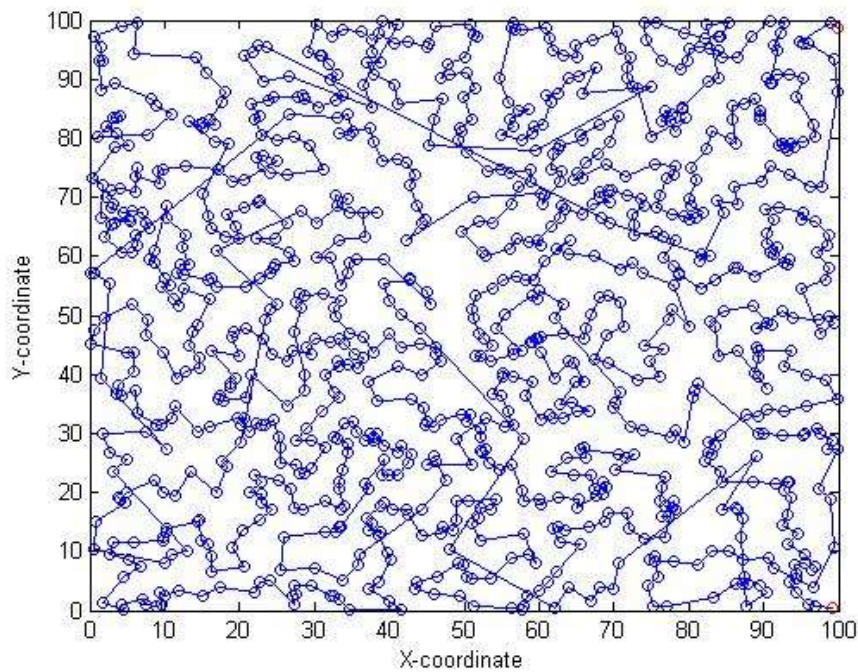
شکل ۴ طول عمر شبکه در مقابل تراکم گره

برای مقایسه عملکرد الگوریتم های CAOP و PEAS و CCP و OGDC شبیه سازی دیگری در یک منطقه 50×50 متر مربع انجام شد که در آن تا ۱۰۰۰ حسگر به طور تصادفی مستقر شده اند. محدوده سنجش هر سنسور ۱۰ متر است. نرخ پوشش در برابر تراکم گره برای مدل سنسور احتمالی در شکل ۵ نشان داده شده است. این شکل نشان می دهد که بعد از یک مرحله گذرا اولیه، COAP بهتر از الگوریتم های دیگر عمل می کند [۱۵].



شکل ۵ میزان پوشش در مقابل تراکم گره

در شکل ۶ همان گونه که می بینیم روند افزایش گره ها را داریم که با این کار در ابتدا می توانیم به سادگی ارتباط بین شبکه را بیشتر کنیم و همین موضوع باعث افزایش هر چه بیشتر ذخیره انرژی و همچنین طول عمر شبکه خواهد شد.

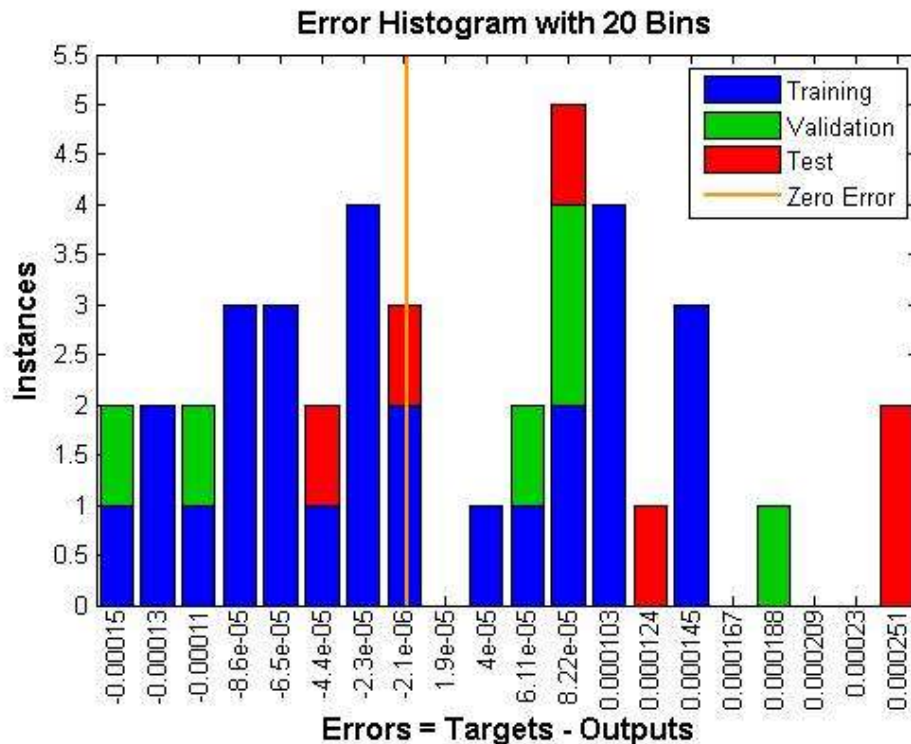


شکل ۶ افزایش تعداد گره ها و افزایش طول عمر کل شبکه

در شکل ۷ نتایج خطاها و همچنین مقایسه بین طول عمر شبکه و نتایج مختلف را در ابعاد مختلف بررسی می کنیم که

دقیقا متوجه شویم که باید چه روندی را دنبال کرد تا به نتیجه دلخواه رسید.

در این نمودار روند بهینه سازی همراه با خطا مشخص شده است که نشان دهنده اوضاع دقیق کار می باشد.



شکل ۷ نمایش روند بهبود با مقایسه بین الگوریتم های مختلف و الگوریتمی انتخابی

۷- نتیجه گیری

همینطور که در این پایان نامه دیدیم با استفاده از الگوریتمهای تکاملی میتوان هزینه تابع بهینه سازی ترکیبی را جهت بهینه سازی مصرف انرژی و زمان زنده بودن گره ها و پوشش شبکه و همینطور مسیریابی را به صورت چشمگیری کاهش داد چرا که اگر قرار بود تمامی حالتها را برای حل مسئله بهینه سازی چند معیاره (فاکتوره) در نظر بگیریم در این صورت زمان و هزینه محاسباتی برای یافتن بهترین ترکیب شبکه بسیار بیشتر از رویکردهای تکاملی میشود در ضمن چون برای ارسال هر داده توسط هر گره باید بهترین مسیر ارسال به چاهک توسط آن گره مشخص شود پس باید محاسبه مجدد تمامی مسیرهای ممکن برای آن گره تا مقصد بررسی شود که اگر قرار باشد همه مسیرها بررسی شود و فاصله بین آن گره تا چاهک زیاد باشد تعداد محاسبات بسیار زیاد و هزینه و زمان محاسباتی بسیار بالا میرود اما با رویکردهای تکاملی ارائه شده در این فصل این هزینه و زمان به صورت چشمگیری کاهش می یابد .

مسئله دیگری که باید به آن توجه کرد این است که الگوریتم تبرید شبیه سازی شد بسیار بهتر از الگوریتم ژنتیک در حل مسئله بهینه سازی ، بر آمد و این مسئله به علت وجود تابع احتمالی موجود در این الگوریتم میباشد.و همانطور که از نتایج

مشخص است میزان طول عمر و پوشش شبکه، به وسیله گره های انتخاب شده الگوریتم تبرید شبیه سازی شده افزایش چشمگیری یافته است.

پیشنهاداتی برای کارهای آینده

آنچه برای کارهای آینده در ادامه این تحقیق میتوان عنوان نمود شامل این موارد است :

۱- استفاده از الگوریتمهای تکاملی دیگر برای حل مسئله بهینه سازی ایجاد و انتخاب مسیر همانند الگوریتم رقابت

استعماری ، الگوریتم فاخته و... میباشد

۲- استفاده از معیارها (فاکتورها)ی بهینه سازی دیگری نظیر میزان انرژی موجود در مسیر انتخابی و تعداد گره های

موجود در مسیر برای انتقال داده ها به چاهک

۳- حل مسئله بهینه سازی ایجاد و انتخاب مسیره ها در مدل چاهک متحرک

مراجع:

[۱] Rasmi Ranjan Patra, Prashanta Kumar Patra. " Analysis of k-Coverage in Wireless Sensor Networks". (IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Vol. ۲, No. ۹, ۲۰۱۱

[۲] D.G.Anand^۱, Dr.H.G.Chandrakanth^۲ and Dr.M.N.Giriprasad, "ENERGY EFFICIENT COVERAGE PROBLEMS IN WIRELESS Ad Hoc SENSOR NETWORKS", Advanced Computing: An International Journal (ACIJ), Vol.۲, No.۲, March ۲۰۱۱.

[۳] Jun Lu, Lichun Bao and Tatsuya Suda, "Coverage-Aware Sensor Engagement in Dense Sensor Networks", ANI-۰۰۸۳۰۷۴ and ANI-۹۹۰۳۴۲۷, ۲۰۱۰.

[۴] Islam, M.M., M.M. Hassan, and H. Eui-Nam. Sensor Proxy Mobile IPv۶ (SPMIPv۶) - A framework of mobility supported IP-WSN. in Computer and Information Technology (ICCIT), ۲۰۱۰ ۱۳th International Conference on. ۲۰۱۰.

[۵] K. Zhou, L. Meng, Z. Xu, G. Li and J. Hua, "A Dynamic Clustering-Based Routing Algorithm for Wireless Sensor Networks," Information Technology Journal, Vol. ۷, ۲۰۰۸.

[6] Genetic Algorithm , Beasley – Bull – Martin , October 2010.

[7] Cardei M., Thai M.T., Li Y. and Wu W., “Energy-efficient target coverage in wireless sensor networks”. International IEEE Conference on INFOCOM, Pp 1976-1984, 2014.

[8] Cardei M., Wu J., Lu M. and Pervaiz M.O., “Maximum network lifetime in wireless sensor networks with adjustable sensing ranges”, International IEEE Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications (WiMob), 2014.

[9] Lehsaini M., Guyennet H., Feham M., “ α -coverage Scheme for Wireless Sensor Networks”, The Fourth IEEE International Conference on Wireless and Mobile Communications (ICWNC'08), Pp 91-96, Athens, Greece, July 2008

[10] Tian D. and Georganas N., “A coverage-preserving node scheduling scheme for large wireless sensor networks”. International ACM Conference on Wireless Sensor Networks and Applications (WSNA'02), Pp 32-41, Atlanta, GA, USA, 2002.

[11] Sheu J.P., Yu C.H. and Tu S.C., “A distributed protocol for query execution in sensor networks”. International IEEE Conference on Wireless Communications and Networking (WCN'05), Pp 1824-1829, New Orleans, LA, USA, 2005.

[12] Zhang H. and Hou J., “Maintaining sensing coverage and connectivity in large sensor networks”. International Journal Wireless Ad Hoc and Sensor Networks. Vol. 1, Issue 1-2. Pp89-123. 2004.

[13] Cardei M., MacCallum D., Cheng X., Min M., Jia X., Li D., Du D.Z.. Wireless Sensor Networks with Energy Efficient Organization. International Journal of Interconnection Networks. Vol. 3, Issue 3-4. Pp 213-229. 2002.

[14] Yang S., Dai F., Cardei M. and Wu J., “On multiple point coverage in wireless sensor networks”. International IEEE Conference on Mobile Ad hoc and Sensor Systems, 2014.

[15] So A.M.C. and Ye Y., “On Solving Coverage Problems in a Wireless Sensor Network Using Voronoi Diagrams”. Workshop on Internet and Network Economics (WINE 2014), Pp 584-593, Hong Kong, December 2014.